

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-290543

(43)公開日 平成10年(1998)10月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 02 K 3/24  
3/38  
9/22

識別記号

F I  
H 02 K 3/24  
3/38  
9/22

J  
A  
Z

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-97683

(22)出願日 平成9年(1997)4月15日

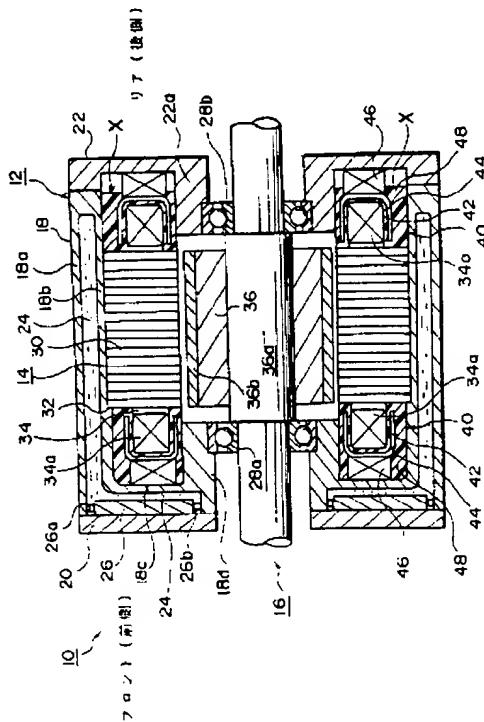
(71)出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72)発明者 福丸 健一郎  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72)発明者 永松 茂隆  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(74)代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54)【発明の名称】 モータ

(57)【要約】

【課題】 モータのステータコイルの放熱性を向上す  
る。

【解決手段】 モータの運転時にステータコイル34に  
発生した熱は、コイルエンド34aから絶縁性樹脂層4  
2、銅製のコイルエンドカバー44、銅製で波型断面を  
有する伝熱スペーサ46を通してモータハウジング12  
に伝わり、ウォータージャケット24の冷却水に伝わる。  
コイルエンド34aとモータハウジング12の間の伝熱  
経路の大部分を非磁性体金属が占めるので、放熱性が高  
く、かつ、スペーサにおけるうず電流による発熱等もな  
い。また、コイルエンド34aの寸法ばらつきを伝熱ス  
ペーサ46の変形により吸収できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 モータハウジング内に設けられたステータ本体および該ステータ本体に巻設けられたステータコイルを有するステータと、該ステータに回転可能に内挿されたロータとを含むモータにおいて、  
ステータ本体端面とモータハウジング内壁面との隙間にステータ本体から突出しているコイルエンド部の表面に設けられた絶縁性樹脂層と、  
該絶縁性樹脂層およびモータハウジング内壁面に接触するように配置されて両者を熱的に連結する、上記絶縁性樹脂よりも熱伝導性の高い非磁性体伝熱部材と、  
を含み、ステータコイルに発生した熱が絶縁性樹脂層および非磁性体伝熱部材を介してモータハウジングへ伝えられることを特徴とするモータ。

【請求項2】 請求項1に記載のモータにおいて、  
前記非磁性体伝熱部材は、弾性があり、前記絶縁性樹脂層とモータハウジングの隙間寸法に応じて変形可能な、  
非磁性体金属製の変形部材を含むことを特徴とするモータ。

【請求項3】 請求項2に記載のモータにおいて、  
前記金属製変形部材と前記絶縁性樹脂層の間に、非磁性体金属シートが介在されていることを特徴とするモータ。

【請求項4】 請求項2、3のいずれかに記載のモータにおいて、  
ステータ本体端面とモータハウジング内壁面との隙間を埋め、前記非磁性体伝熱部材の周囲を取り囲むように絶縁性樹脂材が注入されていることを特徴とするモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モータハウジング内に設けられたステータ本体および該ステータ本体に巻設けられたステータコイルを有するステータと、該ステータに回転可能に内挿されたロータとを含むモータに関するもので、特に、ステータコイルの冷却に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】モータでは、電流や磁界の作用により、ステータやロータが発熱する。発熱による温度上昇を抑えてモータの要求寿命を確保し、性能低下を防止する必要がある。ステータに着目すると、ステータ本体が鉄損により発熱し、また、ステータ本体に巻回されているステータコイルが銅損により発熱する。従来、ステータコイルに発生した熱は、下記のように、主としてコイルエンド部より空気中に放熱されるのが一般的であった。

【0003】図7は、従来一般的なモータのステータの端部付近を示しており、モータが回転軸を含む平面によって切断されている。モータハウジング1は、円筒形状の筒部2と、筒端部を塞ぐ蓋に相当する円板形状のフランジ部3とを含む。筒部2の内側には、ステータ4が固定されている。ステータ4は、円筒形状のステータ本体

5と、ステータ本体5に設けられたステータコイル6を有する。ステータ4の内側にはロータ7が内挿されており、ロータ7はモータハウジング1に回転可能に軸支されている。

【0004】ステータ本体5の内周面には周知のように複数の回転軸方向の溝であるスロットが設けられ、ステータ巻線がスロットにはめ込むようにして巻回され、これによりステータコイル6が形成されている。ステータ巻線は、あるスロット内を通り、ステータ本体5の端面から出て、また別のスロットに入る、というようにして巻回されている。従って、ステータコイル6はステータ本体5の端面からループ状に突出しており、この突出部分がコイルエンドといわれている。

【0005】モータハウジング1のフランジ部3は、図7に示すようにステータ本体5との間に適当な距離を隔てて設けられている。これにより、モータハウジング1の内壁面1aとステータ本体5の端面4aの間に所定のステータ端隙間8が形成されている。コイルエンドの寸法のばらつきが大きいことを考慮して、ステータ端隙間8を比較的大きく設定する必要がある。

【0006】モータの運転時、ステータコイル6に銅損により発生した熱は、主に、矢印で示すごとく隙間8の空間へと放熱され、また部分的にステータ本体5へ伝えられる。しかし、空気の熱伝達率が低いことから、ステータコイルの冷却性を向上することが望まれる。

【0007】そこで、特開平5-236705号公報では、モータハウジング内壁面とステータコイルの隙間、および、ステータ本体のスロット内壁面とステータコイルの隙間が熱伝導性複合樹脂材料で埋められている。上記熱伝導性複合樹脂材料は、電気絶縁性を有する粒状材料を樹脂中に添加したものである。上記公報のモータによれば、コイルエンド周囲の空間が樹脂で埋められ、コイルに発生した熱は樹脂部材を介してモータハウジングへ伝えられる。従って、空中への熱伝達よりも効果的にコイルの熱を放出させることができる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】図8の模式図を参考し、コイルエンド周囲の空間を樹脂で埋めたときの、コイルエンドとモータハウジングの間の熱伝達における熱抵抗を概略的に求める。熱抵抗Rは、熱伝導率入、伝熱距離L、伝熱面積Aを用いて、 $R = L / (\lambda \cdot A)$ と表される。各材料の熱伝導率入(W/m·K)は、銅(λc)が384、アルミ(λal)が151、樹脂(λf)が0.33とする。

【0009】図8(a)では、コイルエンドとモータハウジングの間が樹脂のみで埋められている。このときの熱抵抗R1は下記のように表される。

## 【0010】

## 【数1】

$$R1 = L / (\lambda f \cdot A)$$

$$=500 \times L / (\lambda_{al} \cdot A)$$

図8(b)では、樹脂中に、電気絶縁性粒状材料として、酸化アルミニウム粒子が添加されている。樹脂と酸化アルミニウム粒子の体積比率が1対1であるとする。この場合、樹脂および酸化アルミニウム粒子が直列に接

$$\begin{aligned} R_2 &= (L/2) / (\lambda_{al} \cdot A) + (L/2) / (\lambda_{al} \cdot A) \\ &= 250 \times L / (\lambda_{al} \cdot A) + 0.5 \times L / (\lambda_{al} \cdot A) \\ &= 250.5 \times L / (\lambda_{al} \cdot A) \end{aligned}$$

また、図8において、コイルエンドとモータハウジングが銅部材で直結されたと仮定したときの熱抵抗R3は下記のように表される。

#### 【0012】

#### 【数3】

$$\begin{aligned} R_3 &= L / (\lambda_{cu} \cdot A) \\ &= 0.5 \times L / (\lambda_{al} \cdot A) \end{aligned}$$

上記から明らかなように、特開平5-236705号公報に示す如く樹脂に酸化アルミニウム粒子等を添加した場合の熱抵抗R2は、樹脂のみの場合の熱抵抗R1より低下する。しかし、熱抵抗R3で示されるような金属熱伝導と比較すると、熱抵抗R2はかなり大きい。

【0013】以上に説明したように、従来、ステータコイルのコイルエンドの周りには、コイルエンドの寸法ばらつきが大きいことを考慮してかなり大きな隙間空間が設けられていた。そして、ステータコイルの熱が上記隙間空間に対して放熱されていたので、放熱性が低かった。上記公報に記載の如く樹脂等で上記隙間空間を埋めることが提案されているものの、この技術による熱抵抗の低下の程度は低かった。

【0014】本発明は上記の従来技術に鑑みてなされたものである。その目的は、ステータコイルに発生した熱を効果的にモータハウジングへ伝えることができ、ステータコイルの放熱性を従来よりも大幅に向上するモータを提供し、モータの寿命延長や性能向上を可能とすることにある。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のモータは、モータハウジング内に設けられたステータ本体および該ステータ本体に巻設けられたステータコイルを有するステータと、該ステータに回転可能に内挿されたロータとを含んでいる。そして、このモータは、ステータ本体端面とモータハウジング内壁面との隙間にステータ本体から突出しているコイルエンド部の表面に設けられた絶縁性樹脂層と、該絶縁性樹脂層およびモータハウジング内壁面に接触するように配置されて両者を熱的に連絡する、上記絶縁性樹脂よりも熱伝導性の高い非磁性体伝熱部材とを含んでおり、ステータコイルに発生した熱は、絶縁性樹脂層および非磁性体伝熱部材を介してモータハウジングへ伝えられる。

【0016】非磁性体伝熱部材は、例えば、アルミニウムや銅などである。好適には、前記非磁性体伝熱部材

続されており、両者の伝熱距離がそれぞれL/2であると考える。従って、このときの熱抵抗R2は下記のように表される。

#### 【0011】

#### 【数2】

は、弾性があり、前記絶縁性樹脂層とモータハウジングの隙間寸法に応じて変形可能な、非磁性体金属製の変形部材を含む。このような変形部材の具体例としては、金属ワイヤーを塊状にしたものや、金属薄板を波状に成型したもののが挙げられる。

【0017】本発明によれば、アルミニウムや銅などの樹脂より熱伝導性の高い非磁性体伝熱部材を伝ってステータコイルの熱が放出される。ハウジングまでの伝熱経路の大部分を非磁性体伝熱部材が占めることにより、上記伝熱経路の熱抵抗が低くなる。また、コイルエンドとハウジングの間に鉄部材を設けると、うず電流が発生して鉄部材が発熱するおそれがあるが、本発明ではアルミニウムなどの非磁性体部材を用いるので上記のような発熱の問題がない。

【0018】また、本発明では、非磁性体伝熱部材が弾性のある柔軟な金属製変形部材を含む。モータのコイルエンドの寸法は大きくばらつき、そのためにコイルエンド周囲の隙間寸法も大きくばらつく。しかし、本発明によれば、変形部材にて上記の隙間寸法のばらつきが吸収される。また、上記変形部材の変形によりハウジングの振動が吸収されるので、ハウジングの振動のコイルエンドへの伝達が少ない。このように、本発明によれば、寸法ばらつきが大きい状況でも非磁性体伝熱部材を好適に配置することができ、かつ、コイルエンドに対して振動面の負担をかけずにすむ。

【0019】以上より、本発明によれば、ステータコイルに発生した熱を、非磁性体伝熱部材を介して直接に放熱することができ、ステータコイルの放熱性を好適に向上できるので、モータの寿命を延長し、また、温度上昇によるロータ磁石の減磁等を回避でき、またモータの性能向上を図ることが可能となる。

【0020】また、本発明において好適には、前記金属製変形部材と前記絶縁性樹脂層の間に、非磁性体金属シートが介在されている。例えば、非磁性体金属シートの片面に樹脂材料を薄く塗布して絶縁性樹脂層を形成し、このシートをコイルエンドにかぶせるようにするとよい。この態様により、コイルエンドと非磁性体伝熱部材の絶縁を確実かつ容易に達成でき、また、絶縁樹脂層の厚さを極力薄くできる。

【0021】また、本発明において好適には、ステータ本体端面とモータハウジング内壁面との隙間を埋め、前記非磁性体伝熱部材の周囲を取り囲むように絶縁性樹脂

材を注入する。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態(以下、実施形態という)について、図面を参考し説明する。図1は、本実施形態のモータの断面を示している。同図において、モータ10は、回転軸が水平になるように配置されている。以降、図中の左側をフロント(前側)、右側をリア(後側)という。モータ10は、モータハウジング12と、ハウジング内に取り付けられたステータ14と、ステータ14に内挿されたロータ16を有する。

【0023】モータハウジング12は、モータ外周部に相当する円筒形状のハウジング本体18を有し、また、ハウジング本体18のフロント側、リア側にそれぞれ取り付けられる円板形状のフロントフランジ20、リアフランジ22を有する。フロントフランジ20、リアフランジ22は、それぞれ円筒の開口部を塞ぐ蓋に相当する。ハウジング本体18、両フランジ20、22はいずれもアルミニウム製である。

【0024】ハウジング本体18の外周円筒部分は図示のように二重構造になっており、外筒部18aと内筒部18bが設けられ、両者の隙間がウォータジャケット24である。内筒部18bは前端部で中心側に屈曲しており、この部分にリング形状の前壁部18cが設けられている。さらに、前壁部18cの中心側に連続してフロント軸受保持壁18dが設けられている。フロント軸受保持壁18dは、外周の筒部18a、18bと同心の円筒形状を有し、フロント軸受28aを内周側に保持している。

【0025】ハウジング本体18の前壁部18cは、フロントフランジ20と所定距離を隔てて対向するように設けられている。従って、ウォータジャケット24は、外筒部18aおよび内筒部18bの間から、前壁部18cおよびフロントフランジ20の間へと屈曲する。ウォータジャケット24には、フロント側から円板型でリング形状のジャケット蓋26が被せられている。ジャケット蓋26の外周面および内周面とジャケット壁面との間に、それぞれ、冷却水をシールするためのOリング26a、26bが挟まれている。ジャケット蓋26の前面と、フロントフランジ20の後面は接触している。その他、モータハウジング12には、図示しない冷却水導入口および排出口が、ウォータジャケット24と連通するように設けられている。

【0026】リアフランジ22は、中心側でフロント方向に屈曲しており、この部分に円筒形状のリア軸受保持壁22aを有する。リア軸受保持壁22aは、上記のフロント軸受保持壁18dと同様に、ロータ16を軸支するリア軸受28bを保持している。

【0027】ハウジング12の内部には、ステータ14のステータ本体3

0は円筒形状を有し、複数のリング形状の鋼板を積層することにより形成されている。ステータ本体30の外径は、ハウジング本体18の内径とほぼ同じに設定されている。内筒部18bの内周面には位置決め用の段差部32が設けられており、ステータ本体30を段差部32に突き当てるにより、ステータ14がモータ回転軸方向に位置決めされている。

【0028】図1には示されないが、ステータ本体30には、周知のように、内周側にモータ回転軸方向の複数の平行な溝であるスロットが設けられている。そして、ステータ巻線がスロットにはめ込むようにして巻かれ、これによりステータコイル34が形成されている。前述のようにステータコイル34はステータ本体30の端面からループ状に突出しており、この突出部分がコイルエンド34aである。図1では、コイルエンド34aがループの中央で切断された状態が示されている。

【0029】ステータ14にはロータ16が内挿されている。ロータ16は円筒形状のロータ本体36を有し、ロータ本体36の中央の穴にはロータ軸36aが挿入されて固定されており、また、ロータ本体36の外周部にはロータ磁石36bが固定されている。ロータ軸36aは、モータハウジング12に取り付けられたフロント軸受28aおよびリア軸受28bに軸支されている。そして、ロータ16の外周面は、ステータ14の内周面と一定の隙間を隔てて対向している。

【0030】図2は、ステータコイル34のコイルエンド付近を拡大して示している。ステータ本体30の軸方向端面30aと、ハウジング本体18の内筒部18b、前壁部18cおよびフロント軸受保持壁18dによってステータ端隙間40が形成されている。ステータ端隙間40は、モータ回転軸の周りを一周しており、リング形状を有する。コイルエンド34aは、ステータ本体30からこのステータ端隙間40へ突出している。コイルエンド34aの表面には、絶縁性を有する樹脂からなる絶縁性樹脂層42が設けられている。樹脂層42は、図2では分かりやすいように厚めに示されているが、実際の厚さは約0.2~0.3mmに設定されている。絶縁性樹脂層42の上には、樹脂層を覆うようにコイルエンドカバー44が設けられている。コイルエンドカバー44の材料としては、アルミニウムまたは銅等の非磁性金属が好適であり、本実施形態では銅が採用されている。コイルエンドカバー44は、薄く、柔軟性を有している。図3の拡大図に示すように、コイルエンドカバー44は、コイルエンド34aの凹凸に対応して、絶縁性樹脂層42が略一定の厚さとなるように屈曲している。

【0031】コイルエンドカバー44とハウジング本体18の前壁部18cの間には、伝熱スペーサ46が配置されている。伝熱スペーサ46は、ステータ端隙間40の形状に応じたリング形状を有する。伝熱スペーサ46の材料としては、コイルエンドカバー44と同様に、ア

ルミニウムまたは銅等の非磁性体金属が好適である。本実施形態では、伝熱スペーサ46は、銅板を折り曲げ成型することにより形成され、図2に示すような波型の断面形状を有する。これにより、伝熱スペーサ46は、厚み方向に弹性を有し、变形可能であるとともにバネとしても機能する。伝熱スペーサ46の厚さは、モータへの取付前の状態では、コイルエンド34aと前壁部18cの隙間よりも大きく設定されている。従って、伝熱スペーサ46は、モータへの取付状態においては、コイルエンドカバー44と前壁部18cに挟まれて、厚さ方向(モータ回転軸方向)に縮み変形している。そして、伝熱スペーサ46は、コイルエンドカバー44と前壁部18cの壁面の双方と直に接触している。上記の伝熱スペーサ46とコイルエンドカバー44が本発明の非磁性体伝熱部材に相当する。

【0032】伝熱スペーサ46の周囲は、樹脂材48により取り囲まれている。樹脂材48は、ステータ端隙間40の中に充填されている。樹脂材48は、コイルエンド34aとステータ本体30の端面30aの隙間や、コイルエンド34aの巻線同士の隙間にもまわりこんでいる。図4は、ステータ14を軸方向と直角に切断した断面図である。図示のように、ステータ本体30の内周側のスロット50の壁面とステータコイル34の間、ステータコイル34の巻線同士の間にも樹脂材48が充填されている。

【0033】図5は本実施形態の変形例であり、図5の伝熱スペーサ46aは、アルミニウムまたは銅等の非磁性体金属ワイヤを塊状にしたものである。金属ワイヤは密な塊になっておらず、従って、図5の例でも、伝熱スペーサ46aは容易に変形可能であって弹性を有する。そして、伝熱スペーサ46は、コイルエンドカバー44と前壁部18cの壁面に挟まれ、両者と直に接触している。従って、コイルエンドカバー44と前壁部18cは伝熱スペーサ46によって熱的に直接連結されている。

【0034】以上、モータ10の構成を説明した。なお、図2、図5ではフロント側について説明したが、リア側にも同様にコイルエンドカバー44や伝熱スペーザ46が設けられている。ただし、後述するように、リア側では樹脂材が図1のラインXから前側にしかない点で、図2、図5と異なる。

【0035】次に、モータ10の製造方法を説明する。円形のリング状シートであるコイルエンドカバー44の片面に、絶縁性樹脂材を0.2~0.3mm程度の厚さに塗布する。そして、別途用意したステータ14の軸方向両端のコイルエンド34aにコイルエンドカバー44を被せる。このとき、上記で塗布した樹脂材がコイルエンドカバー44とコイルエンド34aの間に挟まるようになる。これにより、塗布された樹脂材の層が、絶縁性樹脂層42となる。そして、コイルエンドカバー44をコイルエンド34aの外形に合わせて曲げ、また、図

3に示すようにコイルエンド34aの表面の凹凸に合わせて曲げ、絶縁性樹脂層42とコイルエンド34aをできるだけ密着させる。

【0036】一方で、ハウジング本体18にジャケット蓋26を組み付け、ハウジング本体18とフロント法兰ジ20を当接させる。フロント法兰ジ20およびハウジング本体18を、フロント法兰ジ20が下側に位置するように、作業台上に載置する。そして、上方より(すなわちリア側より)ステータ端隙間40へ伝熱スペーザ46を挿入する。次に、上方より、コイルエンドカバー44を取り付けたステータ14を挿入し、ステータ本体30の端面30aを、ハウジング本体18の内周面に設けられた位置決め段差32に突き当てる。このとき、伝熱スペーサ46が軸方向に変形し、従って、伝熱スペーサ46は、コイルエンドカバー44および法兰ジ本体18の双方に接触する。上側にあるコイルエンドカバー44の上には、もう一つの伝熱スペーザ46を載置する。

【0037】次に、上方から(すなわちリア側から)溶融した樹脂材48を注入し、樹脂材48を、フロント側のステータ端隙間40、および、ステータ本体30の内周面に設けられたスロット内に充填する。このとき、ステータ本体30の中心のロータ挿入部の内径と同一の外形を有する注入治具が、上記ロータ挿入部に内挿される。注入治具の端面はフロント軸受保持壁18dに突き当たられる。これにより、樹脂材48がステータ端隙間40やスロット50以外の場所に漏れることが防止される。この注入工程では、図1に示すラインXまで、樹脂材48が注入される。すなわち、樹脂材48は、リア側の伝熱スペーザ46の一部が浸るまで注入される。

【0038】次に、ステータ14にロータ16が内挿される。このとき、ハウジング本体18に保持されたフロント軸受28aにロータ軸36aが通される。そして、リア法兰ジ22をハウジング本体18に当接させる。このとき、リア法兰ジ22の保持するリア軸受28bにロータ軸36aがはまり込む。また、伝熱スペーザ46が軸方向に変形する。従って、伝熱スペーザ46は、コイルエンドカバー44およびリア法兰ジ22の双方に接触する。そして、フロント法兰ジ20、ハウジング本体18、リア法兰ジ22が、図示しない固定手段を用いて固定される。

【0039】以上に説明した方法により、モータ10が出来上がる。次に、モータ10のステータ14の放熱作用を説明する。

【0040】モータ運転時、ステータ本体30は鉄損により発熱する。この熱(以下、鉄損熱という)は、主として、ステータ本体30の外周面からモータハウジング12の内筒部18bへ伝わる。そして、鉄損熱は、ウォータジャケット24を循環する冷却水に伝わって外部へ放出される。

【0041】また、モータ運転時、ステータコイル34が銅損により発熱する。この熱（以下、銅損熱という）は、図2に矢印aで示すように、絶縁性樹脂層42を介してコイルエンドカバー44に伝わる。そして、銅損熱は、矢印b、cで示すように、コイルエンドカバー44から伝熱スペーサ46へ伝わり、伝熱スペーサ46からハウジング本体18の前壁部18cへ伝わり、さらにウォータジャケット24内の冷却水へ伝わる。また、リア側では、銅損熱は、伝熱スペーサ46からリアフランジ22へ伝わり、さらに空中へ放出され、あるいはウォータジャケット24内の冷却水へ伝わる。また、コイルエンドカバー44に伝わった銅損熱は、伝熱スペーサ46のみでなく、樹脂材48を通じて放熱される。また、銅損熱は、スロット50内でステータコイル34から樹脂材48を介してステータ本体30にも伝えられ、鉄損熱と同様にステータ本体30の外周部からも放熱される。

【0042】図6の模式図を参照し、本実施形態のモ-

$$\begin{aligned} 1/R_4 &= 1/R_a + 1/R_b \\ &= (\lambda_f \cdot 0.9A) / L + (\lambda_{cu} \cdot 0.1A) / L \\ &= (1/500 \cdot \lambda_{al} \cdot 0.9A) / L + (2 \cdot \lambda_{al} \cdot 0.1A) / L \\ &= 0.2018 \times (\lambda_{al} \cdot A) / L \end{aligned}$$

従って、熱抵抗R4は、コイルエンドとモータハウジングをアルミニウムで直結した場合の約5倍と考えられる。概略的ではあるが、ステータ端隙間に樹脂のみを充填した場合（熱抵抗R1）、酸化アルミニウム粒子を添加した樹脂を充填した場合（熱抵抗R2）と比較すると、本実施形態における熱抵抗R4が大幅に低下していることが分かる。

【0044】以上、本発明の好適な実施形態について説明した。本実施形態によれば、以下に説明するように、下記の（1）～（3）の要件を満たしつつ、コイルエンドの放熱経路の熱抵抗を大幅に低下させて放熱性を向上させることができる：

- (1) コイルエンドとハウジングの絶縁性の確保
- (2) ステータ端隙間のスペーサ部材でのうず電流発生の防止

(3) コイルエンドの寸法ばらつきを許容可能な構成。

【0045】(1) コイルエンドカバー44とコイルエンド34aの間に絶縁性樹脂層42が介在するので、両者の絶縁性が確保される。絶縁性樹脂層42は、コイルエンドカバー44の片面に樹脂材を塗布することにより設けられる。樹脂材の塗布厚を薄くすることにより、絶縁性樹脂層42の部分の熱抵抗をかなり小さくできる。

【0046】(2) 伝熱スペーサ46やコイルエンドカバー44の材料として、非磁性体金属であり電気抵抗も小さい銅を採用した。例えば、これらの部材を鉄製とすると、モータ運転時にうず電流が発生する。そして、うず電流によって鉄部材が発熱するため、コイルエンドの冷却が困難となりうる。これに対し、本実施形態では、非磁性体金属を採用したので、うず電流による発熱の

タにおける、コイルエンドとモータハウジングの間の熱抵抗を概略的に求める。前述と同様に、熱抵抗R4は、熱伝導率入、伝熱距離L、伝熱面積Aを用いて、 $R = L / (\lambda \cdot A)$ と表される。伝熱スペーサ46は前述のように銅製である。また、コイルエンドカバー44の面積のうちの10%の部分が伝熱スペーサ46と直に接触していると仮定する。従って、概略的にはあるが、伝熱面積Aの10%を伝熱スペーサ46が占め、残りの90%を樹脂材48が占めているといえる。この場合、樹脂材48と伝熱スペーサ46が、図6の如く並列に設けられており、両者の伝熱面積の比率が9:1であると考えられる。従って、このときの熱抵抗R4は、樹脂部分の熱抵抗をR<sub>a</sub>、銅部分の熱抵抗をR<sub>b</sub>として、下記のように表される。

【0043】

【数4】

問題もなく、好適にコイルエンド34aの熱を伝達できる。

【0047】(3) コイルエンドカバー44が薄く柔軟である。従って、コイルエンドカバー44の形状が一定しておらず、表面に凹凸があるにもかかわらず、図3に示すように、絶縁性樹脂層42はその大部分で均一な薄い層となる。また、コイルエンドカバー44とハウジングの間には、弾性のある伝熱スペーサ46が配置され、伝熱スペーサ46は、組付時に圧縮される。従って、コイルエンドカバー44の寸法ばらつきが大きいにもかかわらず、伝熱スペーサ46はコイルエンドカバー44およびハウジングと密着する。また、伝熱スペーサ46が弾性を有するので、ハウジングの振動がコイルエンドに直に伝わらず、コイルエンドにかかる負担が軽減される。

【0048】このように(1)～(3)の要件が満たされ、かつ、コイルエンドとハウジングの間が金属部材で連結される（絶縁性樹脂層はのぞく）。さらに、伝熱スペーサのばね力により、コイルエンドカバーがコイルエンドに押しつけられ、絶縁性樹脂層が薄くなってしまって、コイルエンドカバーがコイルエンドに近づく。また、伝熱スペーサの弾性変形により、スペーサ自身とコイルエンド、ハウジングとの接触面積も増す。

【0049】以上より、モータの性能を損なうことなく、かつ、コイルエンドの寸法ばらつきといった事情も許容しつつ、コイルエンドの放熱性を好適に向上し、モータの寿命延長等を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態のモータの断面図である。

【図2】 図1のモータのコイルエンド付近の拡大図である。

【図3】 図2のコイルエンドの拡大図である。

【図4】 図1のモータのステータの断面図である。

【図5】 図1のコイルエンドの拡大図であって、実施形態の変形例の伝熱スペーサを示す図である。

【図6】 図1のモータにおける、コイルエンドとハウジングの間の熱抵抗を求めるために使用される模式図である。

【図7】 従来の一般的なモータのステータの端部のコイルエンド付近を示す断面図である。

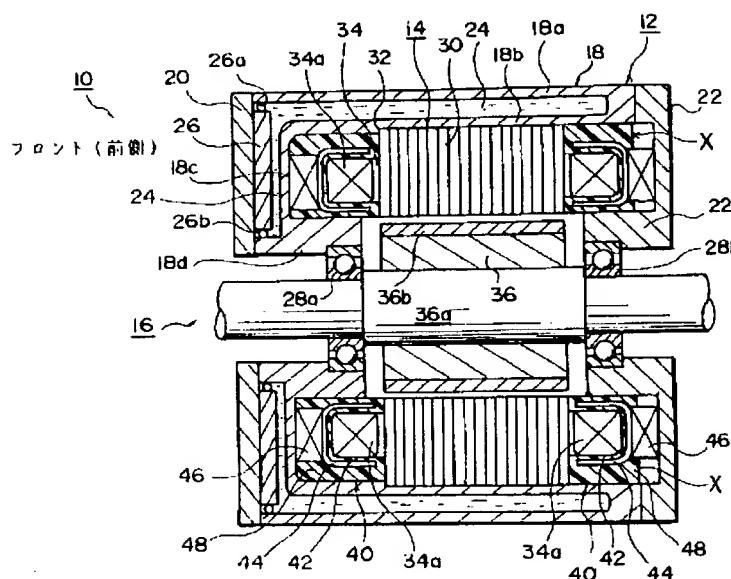
【図8】 従来のモータにおける、コイルエンドとハウジングの間の熱抵抗を求めるために使用される模式図である。

ジングの間の熱抵抗を求めるために使用される模式図である。

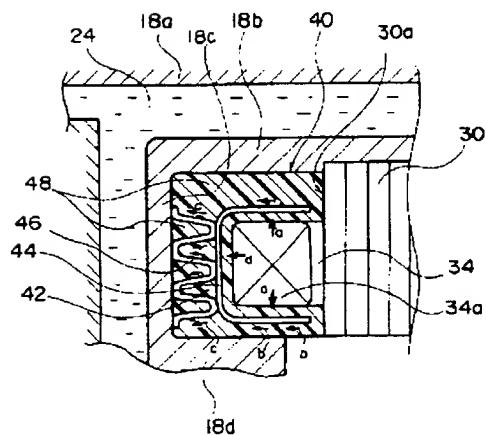
#### 【符号の説明】

10 モータ、12 モータハウジング、14 ステータ、16 ロータ、18 ハウジング本体、20 フロントフランジ、22 リアフランジ、24 ウォータジャケット、30 ステータ本体、34 ステータコイル、34a コイルエンド、40 ステータ端隙間、42 絶縁性樹脂層、44 コイルエンドカバー、46、46a 伝熱スペーサ、48 樹脂材、50 スロックト。

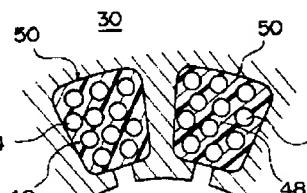
【図1】



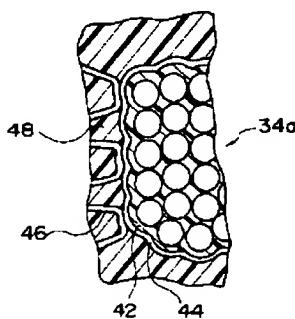
【図2】



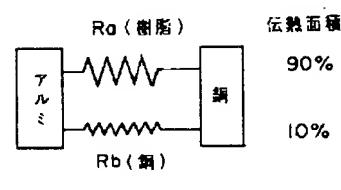
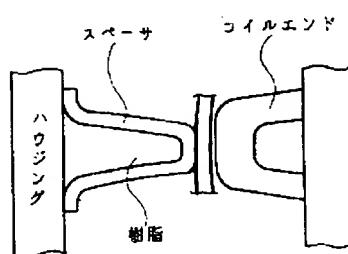
【図4】



【図3】



【図6】



$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b}$$

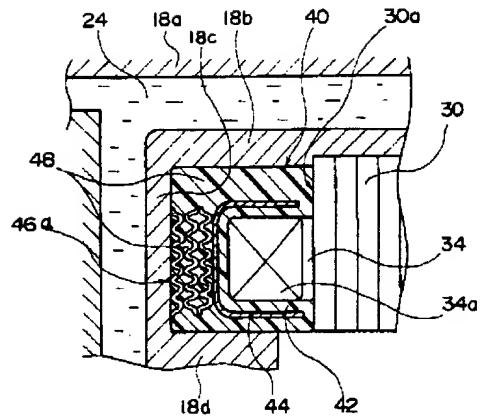
伝熱面積  
90%  
10%

Ra(樹脂)

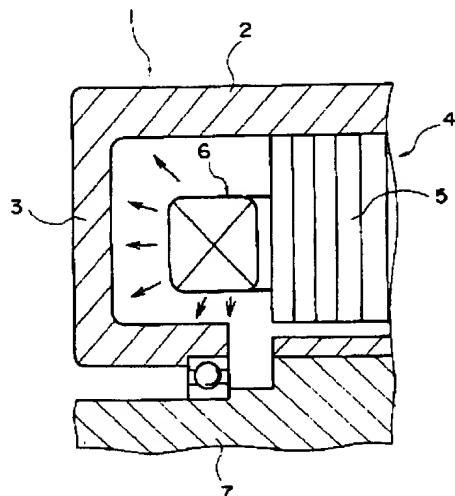
Rb(銅)

銅

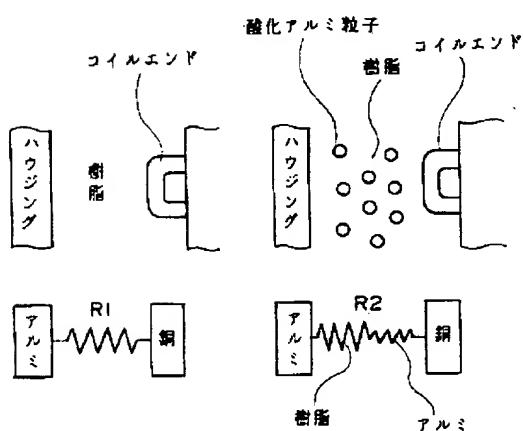
【図5】



【図7】



〔図8〕



(a)